

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 196 38 620 A 1**

51 Int. Cl. 6:  
**H 02 M 7/00**  
H 02 M 7/537  
H 02 M 5/458  
H 02 M 3/00  
H 03 K 17/74

21 Aktenzeichen: 196 38 620.9  
22 Anmeldetag: 20. 9. 96  
43 Offenlegungstag: 2. 4. 98

DE 196 38 620 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

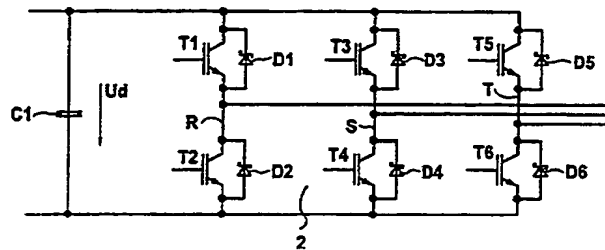
72 Erfinder:  
Brajder, Antonio, Dipl.-Ing., 91056 Erlangen, DE;  
Bruckmann, Manfred, 90475 Nürnberg, DE; Baudelot,  
Eric, Dr.-Ing., 91085 Weisendorf, DE; Mitlehner,  
Heinz, Dr.rer.nat., 91080 Uttenreuth, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 39 27 734 C2  
DE 38 09 090 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrichterschaltung

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrichterschaltung mit wenigstens einem abschaltbaren, nicht symmetrisch sperrenden Leistungshalbleiterschalter (T1, ..., T6) mit einer zugehörigen Leistungsdiode (D1, ..., D6). Erfindungsgemäß ist als Leistungsdiode (D1, ..., D6) eine Schottky-Diode aus Siliziumcarbid vorgesehen. Somit wird die Stromrichterschaltung speicherladungsarm, wodurch sich die Schaltverluste verringern und die Ausnutzbarkeit der selbstgeführten Stromrichterschaltung sich erhöht.



DE 196 38 620 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrichterschaltung mit wenigstens einem abschaltbaren, nicht symmetrisch sperrenden Leistungshalbleiterschalter mit einer zugehörigen Leistungsdiode.

Moderne Leistungshalbleiter, wie abschaltbare Thyristoren (GTO-Thyristoren), Insulated Gate Bipolar Transistoren (IGBTs), Metall-Oxid Semiconductor Field Effekt Transistor (MOSFETs) oder auch MOS-gesteuerte Thyristoren (MCTs), beeinflussen zunehmend Funktionsweise, Schaltung und Topologie von neuen Stromrichtern sowie deren Konkurrenzfähigkeit. Mit Hilfe der Stromrichtertechnik wird elektrische Energie entsprechend dem Bedarf des Verbrauchers umgeformt. Aufgrund neuerer Leistungshalbleiter wechseln Schaltung, Topologie und Funktionsweise von Stromrichtern. Diese neue Leistungshalbleiter beeinflussen somit Baugröße, Gewicht, Kosten und Wirkungsgrad bei den neuen Stromrichtern und damit deren Konkurrenzfähigkeit. Zu einem kompakten Aufbau des leistungselektronischen Teils gelangt man auch mit Modulen, in denen mehrere gegen den gemeinsamen Metall-Gehäuseboden elektrisch isolierte Halbleiterchips passend angeordnet sind. Neuere Entwicklungen sollen eine weitere Erhöhung der Stromtragfähigkeit und ergänzende Vorteile bieten, wie induktivitätsärmerer Aufbau, einfachere Ansteuerung und geringerer Montageaufwand.

Der GTO-Thyristor wird weitgehend im Hochleistungsbereich eingesetzt. Durch die Erhöhung des Sperrvermögens auf 4,5 kV und der Abschaltströme auf 4 kA steht die Drehstromantriebstechnik für Bahnfahrzeuge und Industrie im Vordergrund. Auch bei der Energietechnik werden GTO-Thyristoren bei Stromrichtern zur Blindleistungskompensation und zur Kuppelung von Netzen verwendet. Seit einiger Zeit wird der IGBT, z. B. bei Drehstromantrieben und Stromversorgungen sowie beim induktiven Erwärmen und Mittelfrequenzschweißen eingesetzt. Die besonderen herausragenden Eigenschaften eines IGBTs sind kleine Schaltzeiten und folglich niedrige Schaltverluste, weite sichere Arbeitsbereiche, günstige Kurzschlußcharakteristik sowie die nahezu leistungslose Ansteuerung durch den MOS-Eingang. Aus der stetigen Weiterentwicklung zum noch schnelleren Schalten, geringerer Sättigungsspannung, höheren Kollektorströmen bis 1200 A und Sperrspannungen bis 1700 V werden IGBTs bis zu Leistungen im MW-Bereich eingesetzt. Die verfügbaren IGBT-Hochleistungsmodule finden ihren Einsatz auch in der Traktion im Nahverkehr. Hier läßt sich mit dem IGBT vor allem der Wunsch nach hoher Regeldynamik und Minimierung der Geräusche mit möglichen Schaltfrequenzen bis 20 kHz bei hartem Schalten im Wechsel mit der Freilaufdiode realisieren. Der MOS-gesteuerte Thyristor verfügt über ähnlich gute Schalteigenschaften wie der IGBT bei deutlich geringerer Durchlaßspannung und läßt sich für Sperrspannungen bis einige kV und Dauergrenzströme von über 1000 A realisieren. Der MCT erweist sich daher als Konkurrenz zu IGBT- und GTO-Thyristor. Zur Zeit sind MOS-gesteuerte Thyristoren in diesem Leistungsbereich noch nicht am Markt verfügbar.

In der Antriebstechnik findet heute im hohen Maße selbstgeführte Wechselrichter zum Umformen der elektrischen Energie Verwendung. Bei diesen selbstgeführten Schaltungen treten bedingt durch die Notwendigkeit, den Energiefluß zu jeder beliebigen Zeit zu steuern,

Schaltverluste auf, die bei hohen Pulsfrequenzen des Wechselrichters wesentlichen Einfluß auf die leistungsmäßige Ausnutzbarkeit haben.

Diese selbstgeführten Wechselrichter sind Bestandteil eines U-Umrichters oder eines I-Umrichters. Der U-Umrichter weist im Zwischenkreis als Energiespeicher einen Kondensator auf und der I-Umrichter weist im Zwischenkreis als Energiespeicher eine Induktivität auf. Durch entsprechendes Schalten der Leistungshalbleiterschalter des Umrichters mit Spannungszwischenkreis wird der am selbstgeführten Wechselrichter angeschlossenen Last bzw. Netzimpedanz ein Spannungspuls vorbestimmter Zeitdauer angelegt. Bei einem Umrichter mit Stromzwischenkreis werden einer Last bzw. Netzimpedanz durch entsprechendes Schalten der Leistungshalbleiterschalter des selbstgeführten Wechselrichters Strompulse vorbestimmter Zeitdauer angelegt. Beim U-Umrichter sind den Leistungshalbleiterschaltern jeweils antiparallel Leistungsdioden geschaltet, die zur Aufrechterhaltung des Stromflusses während der Freilaufphase nötig sind. Der I-Umrichter benötigt zusätzliche Leistungsdioden nur dann, wenn die Leistungshalbleiterschalter nicht symmetrisch sperren können.

Diese Freilauf-, Sperr- oder Klemmdioden (beim Dreipunkt-Wechselrichter) sind pin-Dioden, da die auftretenden Sperrspannungen bei den selbstgeführten Wechselrichtern der U- und I-Umrichter größer 100 V sind. Diese Dioden weisen eine Durchlaßspannung von etwa 2 V auf. Bei höhersperrenden Bauelementen wird die Durchlaßspannung höher liegen, typisch sind 4 Volt. Der Übergang vom Durchlaß- in den Sperrbereich erfolgt bei der pn-Diode nicht momentan, da zunächst die im pn-Übergang gespeicherte Ladung abgebaut werden muß. Die dazu benötigte Zeit ist die Speicherzeit, die um so größer ist, je größer der Durchlaßstrom vor dem Übergang war. Bei Leistungsdioden liegt diese Speicherzeit im  $\mu\text{sec}$ -Bereich. Bei der Kommutierung des Freilaufstromes durch eine Freilaufdiode auf einen Leistungshalbleiterschalter geschieht dies bei hoher Spannung am Leistungshalbleiterschalter. Durch die gespeicherte Ladung in der Leistungsdiode wird der Leistungshalbleiterschalter, auf den der Freilaufstrom kommutiert, während des Ablaufs der Speicherzeit zusätzlich mit dem Rückstrom der Leistungsdiode belastet. Dadurch erhöhen sich die Schaltverluste des Leistungshalbleiterschalters. Diese Schaltverluste haben bei hohen Pulsfrequenzen des selbstgeführten Wechselrichters wesentlichen Einfluß auf die leistungsmäßige Ausnutzbarkeit des Wechselrichters.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Schaltverluste der eingangs vorgestellten Umrichter zu verringern, so daß sich deren Ausnutzbarkeit wesentlich erhöht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß als Leistungsdioden einer selbstgeführten Stromrichterschaltung mit wenigstens einem abschaltbaren, nicht symmetrisch sperrenden Leistungshalbleiterschalters eine Schottky-Diode aus Siliziumcarbid vorgesehen ist.

Durch die Verwendung von Schottky-Dioden aus Siliziumcarbid anstelle der pin-Dioden als Leistungsdioden verschwindet die gespeicherte Ladung, wodurch sich der Rückstrom wesentlich auf einen kapazitiven Anteil verringert und die Schaltzeit der Leistungsdiode äußerst klein ist. Außerdem weist die Schottky-Diode aus Siliziumcarbid gegenüber der pin-Diode eine annähernd halbierte Durchlaßspannung auf. Somit erhält man eine speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrichterschaltung mit wenigstens einem abschaltbaren, nicht symme-

trisch sperrenden Leistungshalbleiterschalter, dessen Schaltverluste verringert sind.

Gemäß den Unteransprüchen 2 bis 5 werden die erfindungsgemäßen Leistungsdiode bei einem selbstgeführten Zwei- bzw. Dreipunkt-Wechselrichter eines U-Umrichters, bei einem selbstgeführten Wechselrichter eines I-Umrichters und bei einem Gleichstrom-Umkehrsteller verwendet.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der mehrere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung schematisch veranschaulicht sind.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung, die

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung, in der

Fig. 3 ist eine Phase einer dritten Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung veranschaulicht, in der

Fig. 4 eine vierte Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung dargestellt ist,

Fig. 5 zeigt eine fünfte Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung, wobei in

Fig. 6 eine sechste Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung dargestellt ist.

Die Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung, die sechs abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1, ..., T6 in einer 6-pulsigen Brückenschaltung 2 aufweist. Gleichspannungsseitig weist diese Brückenschaltung 2 als Energiespeicher einen Kondensator C1 auf, an dem die Zwischenkreis-Gleichspannung  $U_d$  abfällt. Eine derartige Brückenschaltung 2 wird auch als selbstgeführter Zweipunkt-Wechselrichter eines U-Umrichters bezeichnet. Diese 6-pulsige Brückenschaltung 2 ist in drei Phasen R, S, T unterteilt, wobei die Phase R bzw. S bzw. T zwei in Reihe geschaltete abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1 und T2 bzw. T3 und T4 bzw. T5 und T6 aufweist. Die Mittenanschlüsse zweier elektrisch in Reihe geschalteter Leistungshalbleiterschalter T1, T2 bzw. T3, T4 bzw. T5, T6 bilden einen Anschluß für eine dreiphasige Last, die hier nicht näher dargestellt ist. Jedem Leistungshalbleiterschalter T1 bis T6 ist eine Leistungsdiode D1 bis D6 zugewiesen. Da die Leistungsdiode D1 bis D6 bei einem selbstgeführten Wechselrichter 2 eines U-Umrichters zur Aufrechterhaltung des Stromflusses in der dreiphasigen Last während der Freilaufphasen gewährleisten sollen, sind diese den zugehörigen Leistungshalbleiterschaltern T1 bis T6 jeweils elektrisch antiparallel geschaltet. In diesem dargestellten Ersatzschaltbild der ersten Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung nach der Erfindung sind als abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1 bis T6 jeweils IGBTs vorgesehen. Als Leistungsdiode D1 bis D6 sind Schottky-Dioden aus Siliziumcarbid vorgesehen.

In der Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung dargestellt, die sechs abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshal-

leiterschalter T1, ..., T6 in einer 6-pulsigen Brückenschaltung 4 aufweist. Gleichstromseitig weist diese Brückenschaltung 4 als Energiespeicher eine Induktivität L1 auf, durch die ein Zwischenkreis-Gleichstrom  $I_d$  fließt. Eine derartige Brückenschaltung 4 wird auch als selbstgeführter Wechselrichter eines I-Umrichters bezeichnet. Die Phase R bzw. S bzw. T dieses dreiphasigen Wechselrichters 4 weist zwei elektrisch in Reihe geschaltete abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1 und T2 bzw. T3 und T4 bzw. T5 bzw. T6 auf. Da die Leistungshalbleiterschalter T1 bis T6 nicht symmetrisch sperrend sind, weist dieser Wechselrichter 4 zusätzliche Leistungsdiode D1 bis D6 auf, die elektrisch in Reihe zu jedem Leistungshalbleiterschalter T1 bis T6 geschaltet sind. Dabei sind diese Leistungsdiode D1 bis D6 so gepolt, daß der zugehörige abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1 bis T6 rückwärts sperrfähig wird. Der dreiphasige Ausgang dieses Wechselrichters 4 ist mit Kommutierungskondensatoren C versehen, die elektrisch im Dreieck geschaltet sind. Als abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1 bis T6 sind IGBTs vorgesehen, wobei als Leistungsdiode D1 bis D6 jeweils Schottky-Dioden aus Siliziumcarbid vorgesehen sind. Zur Aufnahme der kapazitiven Restladung dieser Schottky-Dioden können zusätzliche pn-Dioden D11, ..., D61 bzw. Schottky-Dioden aus Siliziumcarbid antiparallel zu den abschaltbaren, nicht symmetrisch sperrenden Leistungshalbleiterschaltern T1, ..., T6 geschaltet werden. Diese Option ist jedoch nicht zwingend notwendig, weshalb diese pn-Dioden D11, ..., D61 gestrichelt dargestellt sind.

In der Fig. 3 ist eine Phase R einer dritten Ausführungsform einer speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung dargestellt, wobei jeweils vier abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1, ..., T4 in eine Phase R, S und T einer dreiphasigen Brückenschaltung 6 angeordnet sind. Von diesen drei Phasen R, S und T ist nur die Phase R näher dargestellt. Gleichspannungsseitig weist diese Brückenschaltung 6 als Energiespeicher zwei elektrisch in Reihe geschaltete Kondensatoren C1 und C2 auf, deren Verbindungspunkt als Mittenanschluß M bezeichnet ist. An jedem Kondensator C1, C2 fällt die halbe Zwischenkreis-Gleichspannung  $U_d$  ab. Die vier abschaltbaren, nicht symmetrisch sperrenden Leistungshalbleiterschalter T1 bis T4 sind elektrisch in Reihe geschaltet, wobei der Verbindungspunkt jeweils der beiden oberen bzw. der beiden unteren Leistungshalbleiterschalter T1, T2 bzw. T3, T4 als Mittenanschluß 8 bzw. 10 bezeichnet ist. Der Mittenanschluß 8 ist mittels einer Leistungsdiode D7 mit dem Mittenanschluß M der beiden Kondensatoren C1 und C2 verbunden, wogegen der Mittenanschluß 10 der beiden unteren Leistungshalbleiterschalter T3 und T4 mittels einer Leistungsdiode D8 mit dem Mittenanschluß M verbunden ist. Jedem Leistungshalbleiterschalter T1, ..., T4 dieser Phase R der Brückenschaltung 6 ist eine Leistungsdiode D1, ..., D4 elektrisch antiparallel als Freilaufdiode geschaltet. Eine derartige Brückenschaltung 6 ist auch als Dreipunkt-Wechselrichter bekannt. Als abschaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1 bis T4 sind IGBTs vorgesehen, wobei als Leistungsdiode D1 bis D4 und D7, D8 jeweils eine Schottky-Diode aus Siliziumcarbid vorgesehen sind.

Die Fig. 4 zeigt eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichterschaltung, wobei jeweils zwei ab-

schaltbare, nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter T1, T2 und T3, T4 in einem Brücken-  
 14 und 16 eines Gleichstrom-Umkehrstellers 12 ange-  
 ordnet sind. Gleichspannungsseitig weisen diese Brük-  
 ken- 14 und 16 als Energiespeicher einen Kondens-  
 ator C1 auf. Die Verbindungspunkte zweier Leistungs-  
 halbleiterschalter T1 und T2 bzw. T3 und T4 bilden je-  
 weils einen Anschluß für eine Last bzw. Netz- oder Ein-  
 gangsimpedanz. Jedem Leistungshalbleiterschalter T1,  
 ... , T4 ist eine Leistungsdiode D1 bis D4 elektrisch  
 antiparallel als Freilaufdiode geschaltet. Bei diesem  
 Gleichstrom-Umkehrsteller 12 sind als abschaltbare,  
 nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleitersch-  
 alter T1 bis T4 IGBTs vorgesehen, wobei als Leistungs-  
 diöden D1 bis D4 jeweils eine Schottky-Diode aus Silizi-  
 umcarbid vorgesehen ist.

Die Fig. 5 zeigt eine fünfte Ausführungsform einer  
 speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichter-  
 schaltung, die einen abschaltbaren, nicht symmetrisch  
 sperrenden Leistungshalbleiter T1 und eine zugehörige  
 Leistungsdiode D1 aufweist. Der abschaltbare, nicht  
 symmetrisch sperrende Leistungshalbleiter T1 und die-  
 se Leistungsdiode D1 sind elektrisch in Reihe geschaltet,  
 wobei die Leistungsdiode D1 kathodenseitig mit dem  
 Emitter des Leistungshalbleiters T1 verbunden ist. Die-  
 ser Verbindungspunkt ist mittels einer Induktivität L1  
 mit einer Ausgangsklemme verbunden. Die Anode der  
 Leistungsdiode D1 ist mit einer anderen Ausgangsklem-  
 me und mit einer Eingangsklemme verknüpft. Elektrisch  
 parallel zur Reihenschaltung Leistungshalbleiter T1 und  
 -diode D1 ist ein Kondensator C1 geschaltet, dessen  
 Anschlüsse mit den Eingangsklemmen dieser Strom-  
 richterschaltung verbunden sind. Elektrisch parallel zu  
 den Ausgangsklemmen, an denen eine Ausgangsspan-  
 nung  $U_a$  abgreifbar ist, ist ein Kondensator C2 gesch-  
 altet. Diese selbstgeführte Stromrichterschaltung ist ein  
 Tiefsetzsteller, mit der aus einer Eingangsspannung  $U_e$   
 eine beliebige Ausgangsspannung  $U_a > U_e$  generiert  
 werden kann, wobei die Amplitude dieser Ausgangss-  
 pannung  $U_a$  vom Tastverhältnis des Leistungshalblei-  
 ters T1 abhängig ist. Als abschaltbaren, nicht symme-  
 trisch sperrenden Leistungshalbleiter T1 ist ein IGBT  
 und als Leistungsdiode D1 eine Schottky-Diode aus Sili-  
 ziumcarbid vorgesehen.

In der Fig. 6 ist eine sechste Ausführungsform einer  
 speicherladungsarmen, selbstgeführten Stromrichter-  
 schaltung dargestellt. Diese Schaltung unterscheidet  
 sich von der Schaltung gemäß Fig. 5 dadurch, daß die  
 Leistungsdiode D1 anodenseitig mit dem Kollektor des  
 abschaltbaren, nicht symmetrisch sperrenden Leistungs-  
 halbleiters T1 elektrisch leitend verbunden ist. Die Rei-  
 hensaltung aus Induktivität L1 und Kondensator C2  
 ist ebenfalls elektrisch parallel zur Leistungsdiode D1  
 geschaltet, wobei die Anschlüsse des Kondensators C2  
 hier mit den Eingangsklemmen verbunden sind, an de-  
 nen eine Eingangsspannung  $U_e$  angelegt werden kann.  
 Die Anschlüsse des Kondensators C1 sind bei dieser  
 Stromrichterschaltung mit den Ausgangsklemmen ver-  
 bunden, an denen eine Ausgangsspannung  $U_a$  abgegrif-  
 fen werden kann, deren Amplitude größer ist als die  
 Amplitude der Eingangsspannung  $U_e$ . Bei diesem Hoch-  
 setzsteller ist der abschaltbare, nicht symmetrisch sper-  
 rende Leistungshalbleiter T1 ein IGBT und die Leis-  
 tungsdiode D1 eine Schottky-Diode aus Siliziumcarbid.

Diese beiden selbstgeführten Stromrichterschaltun-  
 gen gemäß Fig. 5 und 6 können auch zu einer Strom-  
 richterschaltung zusammengefaßt werden, wobei dann  
 die zugehörige Leistungsdiode D1 eines abschaltbaren,

nicht symmetrisch sperrenden Leistungshalbleiters T1  
 antiparallel zum zweiten Leistungshalbleiter T1 ge-  
 schaltet ist. D.h., ein derartiger Hoch-Tiefsetzsteller  
 weist einen Brücken- 14 und 16 als Energiespeicher einen Kondens-  
 ator C1 auf. Die Verbindungspunkte zweier Leistungs-  
 halbleiterschalter T1 und T2 bzw. T3 und T4 bilden je-  
 weils einen Anschluß für eine Last bzw. Netz- oder Ein-  
 gangsimpedanz. Jedem Leistungshalbleiterschalter T1,  
 ... , T4 ist eine Leistungsdiode D1 bis D4 elektrisch  
 antiparallel als Freilaufdiode geschaltet. Bei diesem  
 Gleichstrom-Umkehrsteller 12 sind als abschaltbare,  
 nicht symmetrisch sperrende Leistungshalbleitersch-  
 alter T1 bis T4 IGBTs vorgesehen, wobei als Leistungs-  
 diöden D1 bis D4 jeweils eine Schottky-Diode aus Silizi-  
 umcarbid vorgesehen ist.

Durch die Verwendung von Schottky-Dioden aus Sili-  
 ziumcarbid als Leistungsdiöden bei einer selbstgeführ-  
 ten Stromrichterschaltung mit wenigstens einem ab-  
 schaltbaren, nicht symmetrisch sperrenden Leistungs-  
 halbleiterschalter, zu dem auch ein Hochsetz- bzw. ein  
 Tiefsetzsteller gezählt wird, erhält man eine speicherla-  
 dungsarme Stromrichterschaltung, deren Schaltverluste  
 kleiner sind und dadurch sich die Ausnutzbarkeit dieser  
 Stromrichterschaltung erhöht hat.

#### Patentansprüche

1. Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrich-  
 terschaltung mit wenigstens einem abschaltbaren,  
 nicht symmetrisch sperrenden Leistungshalbleiter-  
 schalter (T1, ... , T6) mit einer zugehörigen Lei-  
 stungsdiode (D1, ... , D6), wobei als Leistungsdiode  
 (D1, ... , D6) eine Schottky-Diode aus Siliziumcar-  
 bid vorgesehen ist.
2. Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrich-  
 terschaltung nach Anspruch 1, wobei die Leistungs-  
 diode (D1, ... , D6) und der Leistungshalbleiter (T1,  
 ... , T6) elektrisch in Reihe geschaltet sind, wobei  
 diese Leistungsdiode (D1, ... , D6) kathodenseitig  
 mit dem Emitter des Leistungshalbleiters (T1, ... ,  
 T6) verbunden ist.
3. Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrich-  
 terschaltung nach Anspruch 1, wobei die Leistungs-  
 diode (D1, ... , D6) und der Leistungshalbleiter (T1,  
 ... , T6) elektrisch in Reihe geschaltet sind, wobei  
 diese Leistungsdiode (D1, ... , D6) anodenseitig mit  
 dem Kollektor des Leistungshalbleiters (T1, ... , T6)  
 verbunden ist.
4. Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrich-  
 terschaltung nach Anspruch 1, wobei sechs dieser  
 Leistungshalbleiterschalter (T1, ... , T6) in eine  
 6-pulsige Brückenschaltung (4) angeordnet sind, die  
 spannungsseitig einen Kondensator (C1) als Ener-  
 giespeicher aufweist, und wobei jedem Leistungs-  
 halbleiterschalter (T1, ... , T6) eine Leistungsdiode  
 (D1, ... , D6) elektrisch antiparallel als Freilaufdi-  
 ode geschaltet ist.
5. Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrich-  
 terschaltung nach Anspruch 1, wobei sechs nicht  
 symmetrisch sperrende Leistungshalbleiterschalter  
 (T1, ... , T6) in eine 6-pulsige Brückenschaltung  
 (4) angeordnet sind, die gleichstromseitig eine In-  
 duktivität (L1) als Energiespeicher aufweist, und  
 wobei jedem Leistungshalbleiterschalter (T1, ... ,  
 T6) eine Leistungsdiode (D1, ... , D6) elektrisch  
 derart in Reihe geschaltet ist, daß diese symme-  
 trisch sperrend sind.
6. Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrich-  
 terschaltung nach Anspruch 1, wobei jeweils vier  
 dieser Leistungshalbleiterschalter (T1, ... , T4) in  
 eine Phase (R, S, T) einer dreiphasigen Brücken-  
 schaltung (6) angeordnet sind, die gleichspannungs-  
 seitig zwei elektrisch in Reihe geschaltete Kondens-  
 atoren (C1, C2) als Energiespeicher mit Mittenan-  
 schluß (M) aufweist, wobei jedem Leistungshalblei-  
 terschalter (T1, ... , T4) eine Leistungsdiode (D1, ...

, D4) elektrisch antiparallel als Freilaufdiode und wobei jeweils ein Mittenanschluß (8, 10) zwei elektrisch in Reihe geschaltete Leistungshalbleiterschalter (T1, T2; T3, T4) mittels einer Leistungsdiode (D7, D8) mit dem Mittenanschluß (M) des Energiespeichers verbunden sind. 5

7. Speicherladungsarme, selbstgeführte Stromrichterschaltung nach Anspruch 1, wobei jeweils zwei dieser Leistungshalbleiterschalter (T1, T2; T3, T4) in einem Brückenweig (14, 16) eines Gleichstrom-Umkehrstellers (12) angeordnet sind, denen gleichspannungsseitig ein Kondensator (C1) als Energiespeicher zugeordnet ist, und wobei jedem Leistungshalbleiterschalter (T1, ... , T4) eine Leistungsdiode (D1, ... , D4) elektrisch antiparallel als 15 Freilaufdiode geschaltet ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

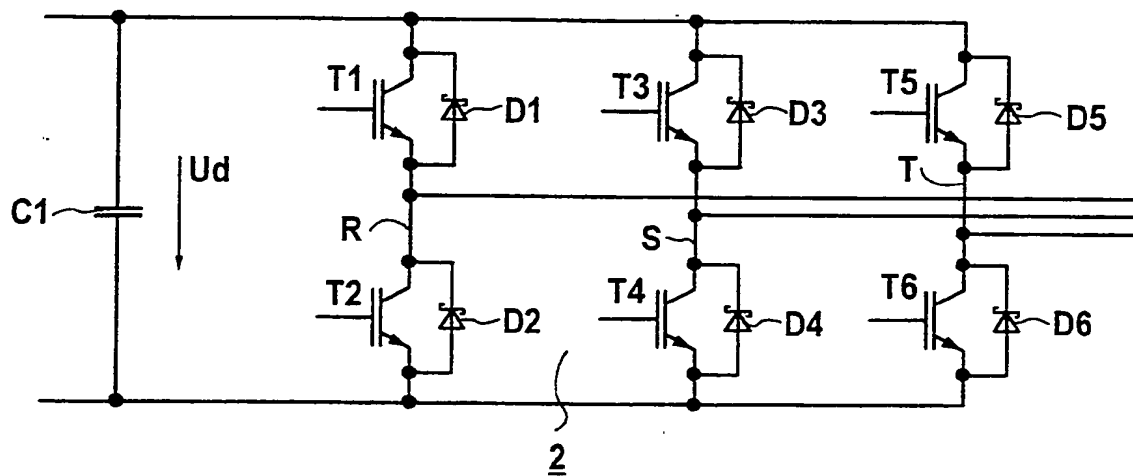


FIG 1

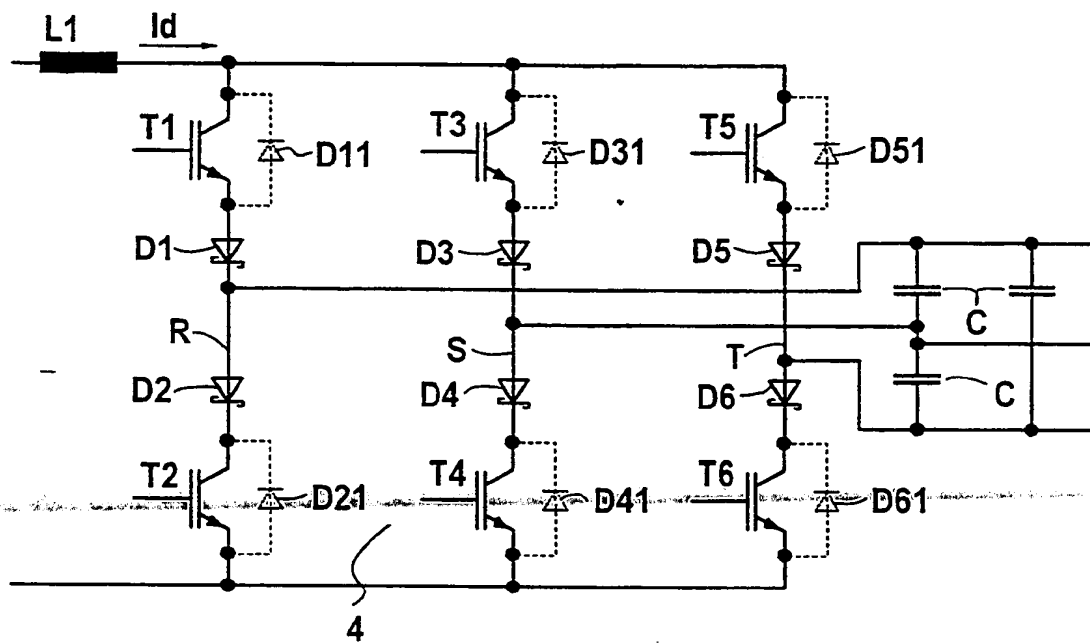


FIG 2



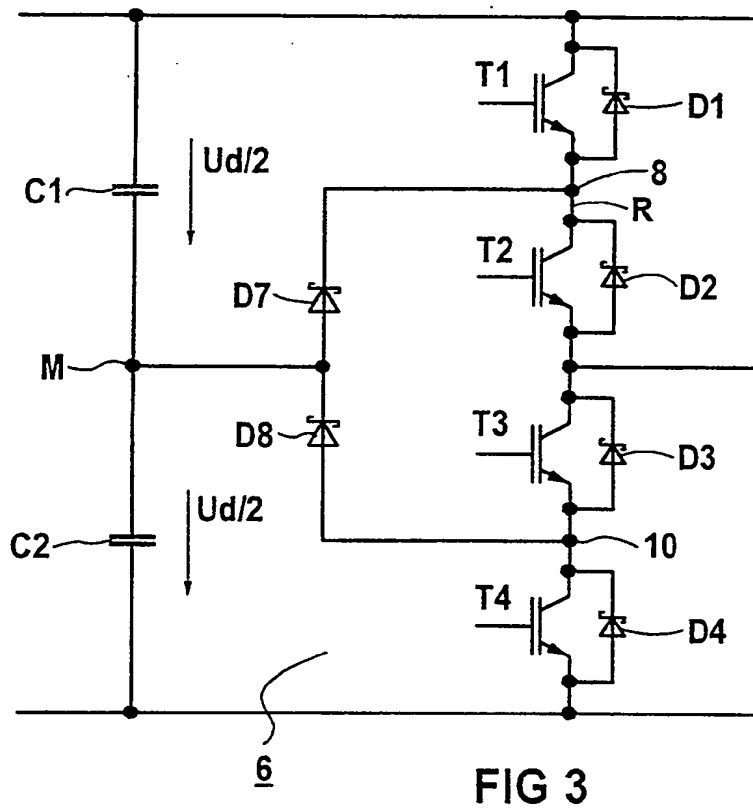


FIG 3

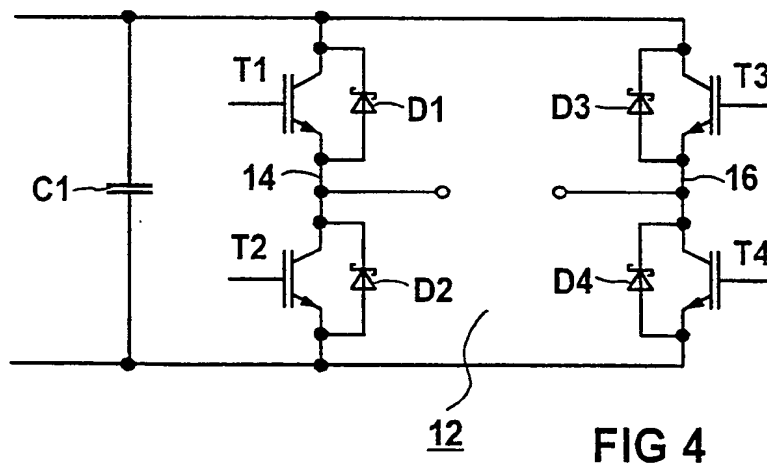


FIG 4

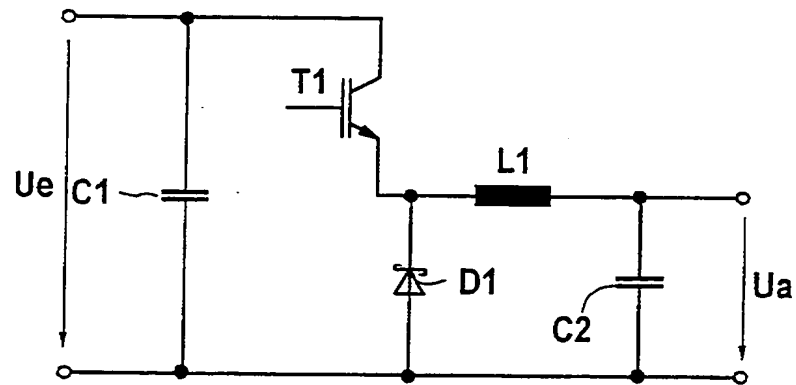


FIG 5

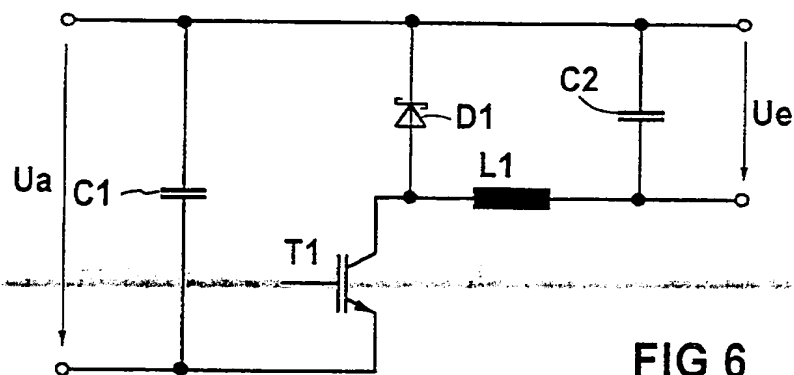


FIG 6